



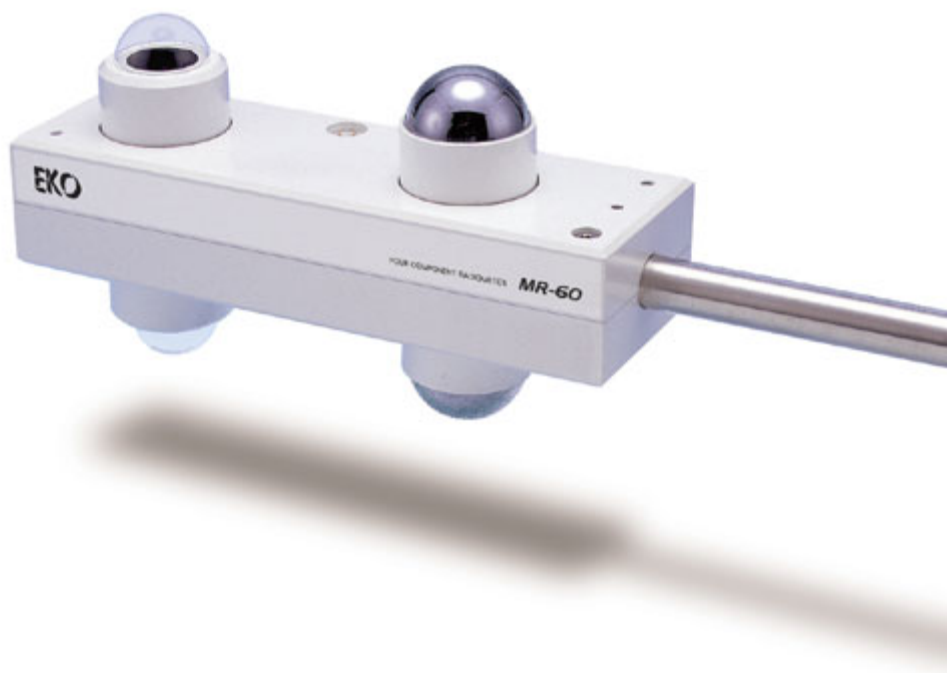
取扱説明書

Instruction Manual

長短波放射計

MR-60

バージョン:7



英弘精機株式会社

1. もくじ

1. もくじ	1
2. お使いいただく前に	2
2-1. 連絡先	2
2-2. 保証と責任について	2
2-3. 取扱説明書について	2
2-4. 環境情報について	3
3. 安全にお使いいただくために	4
3-1. 警告・注意	4
4. 製品概要	5
4-1. 製品の主な機能	5
4-2. 梱包内容	6
5. 製品取扱方法	7
5-1. 各部の名前とはたらき	7
5-2. 設置	8
5-3. 結線方法	9
5-4. 放射量の計算	11
6. メンテナンス&トラブルシューティング	13
6-1. メンテナンス	13
6-2. 再校正について	14
6-3. トラブルシューティング	14
7. 仕様	15
7-1. 仕様	15
7-2. 寸法図	16
7-3. オプション品リスト	17

2. お使いいただく前に

この度は英弘精機製品をご利用いただきましてありがとうございます。

ご使用前に必ずこの取扱説明書をよくお読みになり、正しくお使いください。また、本書は必ず保管して必要なお読みください。不明な点やご質問などがありましたら、下記までご連絡ください。

2-1. 連絡先

英弘精機株式会社			www.eko.co.jp
本社	〒151-0072	東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8	Tel: (03)3469-6714 Fax: (03)3469-6719
カスタマー サポートセンター			Tel: (03)3469-5908 Fax: (03)3469-5897
関西営業所	〒532-0012	大阪市淀川区木川東 3-1-31	Tel: (06)6307-3830 Fax: (06) 6307-3860

2-2. 保証と責任について

本製品の無償保証期間および保証規定につきましては、本製品に添付されている「保証書」を参照、または直接、当社までお問い合わせください。本保証は、国内においてのみ有効です。

英弘精機は出荷前にひとつひとつ製品が製品仕様を満足するように厳重に調整・試験・検査しております。しかしながら、もし保証期間内に動作不良や故障等が確認された場合は、無償修理または交換の対応をさせていただきます。

但し、以下の場合は保証の対象とはなりませんのでご注意ください。

- ・英弘精機のサービスマン以外による修理もしくは改造を行った場合。
- ・取扱説明書に記載されている取扱方法に反する事に起因する故障または動作不良。

2-3. 取扱説明書について

© 2015 英弘精機株式会社

この取扱説明書を、英弘精機の許可なしに無断複写または転載することを禁じます。

発行日: 2015/03/16

バージョン番号: 7

2-4. 環境情報について

1. WEEE 指令(Waste Electrical and Electronic Equipment)

本製品は、WEEE 指令 2002/96/EC の対象にはなっていませんが、一般家庭のゴミとしての廃棄は避けてください。適切に処理、回収、及びリサイクルするには、専門の集積場所もしくは施設へお問い合わせください。

本製品を適切に廃棄する事により、貴重な資源の節約や、人間や環境に及ぼす悪影響を防ぐ事につながります。

2. RoHS 指令(Restriction of Hazardous Substances)

英弘精機では、RoHS 指令 2002/95/EC で規定される有害物質の最大量に準拠していることを保証するため、取扱製品においては、総合的評価を行っています。よって全ての製品は、RoHS 指令 2002/95/EC に規定される有害物質質量未満、又は、RoHS 指令 2002/95/EC の付属文書により許容されているレベル未満の原材料を使用しています。

3. 安全にお使いいただくために

当社製品は、安全を十分に考慮して設計・製造されておりますが、お客様の使用状況により思わぬ重大な事故を招く可能性があります。本書をよくお読みになり、使用方法を必ず守りながら正しくお使い下さい。



警告・注意

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、感電等のけがによる重傷または死亡を負う可能性があることを示しています。



3-1. 警告・注意

1. 設置について

- 本製品を取り付ける台や支柱は十分な荷重に耐えるものとし、本製品をボルト・ナット等でしっかりと支柱に固定してください。強風、地震等により転落して思わぬ事故を引き起こす恐れがあります。
- メンテナンスが容易な場所に設置してください。メンテナンスが容易でない場所に設置した場合、事故やけがの原因となる危険性があります。

2. 分解について

本製品は、本体温度とセンサ温度が同一になるように製造しています。

従って、使用者が分解したり、センサを本体から取り外すことにより、仕様通りの測定ができなくなることがありますので、分解したりしないでください。

4. 製品概要

長短波放射計 MR-60(以下、MR-60)は、可視域から近・中間赤外域における日射(太陽放射や短波放射とも呼ぶが本書では「短波放射」と呼ぶ)と遠赤外域における地球放射(長波放射や赤外放射とも呼ぶが本書では「長波放射」と呼ぶ)について、それぞれの上向き放射と下向き放射を独立して測定するための測器です。

MR-60 は、この 4 成分の放射量を測定することから 4 成分放射計とも呼ばれます。

MR-60 での測定により、アルベド、短波放射収支量、長波放射収支量、放射収支量、推定天空温度および推定地表温度を求めることができます。

短波放射は、下向き放射用および上向き放射用の 2 つの日射計(短波放射計)により測定することができます。下向き放射用日射計は天空(視野角 180°)から入射する短波放射量を測定し、上向き放射用日射計は下向き放射が地表で反射した放射量を測定します。

長波放射は、下向き放射用および上向き放射用の 2 つの赤外放射計(長波放射計)により測定することができます。下向き放射用の赤外放射計は天空からの長波放射量を測定し、上向き放射用の赤外放射計は地表物質(土壌、岩石、水面など)から放射された長波放射量を測定します。

4-1. 製品の主な機能

1. 高い測定精度

0.285～50 μ m 域の放射収支の測定に対して、日射計が 0.285～3 μ m 域、赤外放射計が 3～50 μ m 域をカバーし、下向き放射および上向き放射をそれぞれ測定します。

日射計は ISO9060 規格の Second Class 日射計を使用しています。

2. 高い耐候性

MR-60 は、全天型として設計されているため、高い耐候性を持っています。特にセンサ部はガラスドームを使用しており、他社製のプラスチック製ドームのように頻繁に交換する必要がありませんので、長期的な観測に対してのメンテナンス頻度に優れています。

4-2. 梱包内容

はじめに、梱包内容をご確認ください。不足、または破損していた場合は、直ちに当社までご連絡ください。

表 4-1. 梱包内容

標準付属品	個数	詳細
MR-60	1台	標準ケーブル長10m
検査証	1部	
保証書	1部	
取扱説明書	1部	本書

5. 製品取扱方法

5-1. 各部の名前とはたらき

各部の名前と主な働きを説明します。

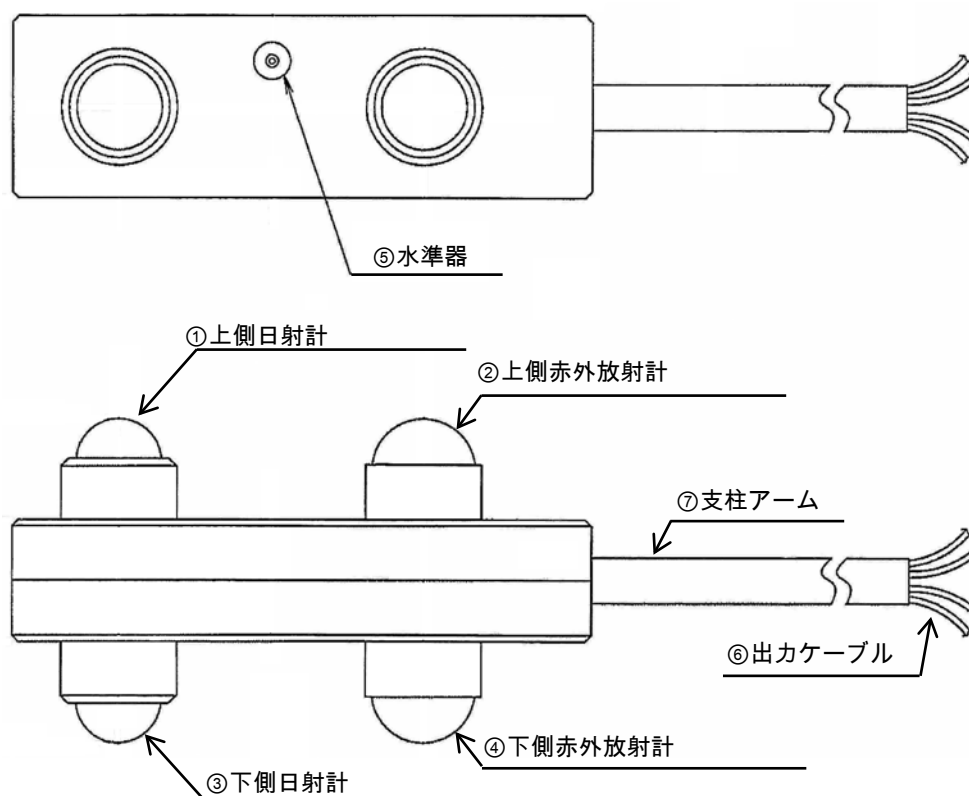


図 5-1. MR-60 各部の名前とはたらき

表 5-1. 各部の名前とはたらき

	名前	はたらき
①	上側日射計	下向き短波放射を測定します。
②	上側赤外放射計	下向き長波放射を測定します。
③	下側日射計	上向き短波放射を測定します。
④	下側赤外放射計	下向き長波放射を測定します。
⑤	水準器	MR-60 を水平に設置するために使用します。
⑥	出力ケーブル	2 芯ケーブル×2 本: 上下日射計用の出力ケーブルです。 6 芯ケーブル×2 本: 上下赤外放射計用および温度計用の出力ケーブルです。
⑦	支柱アーム	MR-60 を設置・固定するためのアームです。

5-2. 設置

1. 設置場所

MR-60 を設置する際には、精度の高い測定を行うために設置場所や設置方法についていくつかの注意を要する点があります。

設置場所は日常の保守(ガラスドームのクリーニング、水準器の確認)が容易である場所、MR-60 のセンサの視野に大きな人工物や建築物などがないか、センサにそれらの影がかからない場所であることを確認してください。

MR-60 は重量が約 2.8kg となりますので設置ポールなどとの重量のバランスをよく考慮した上で設置してください。

より高精度な測定を行うためには、地表から 1.5m 以上のなるべく高い位置に MR-60 を設置することをお勧めします。

2. 設置手順

1) 本体を固定する

MR-60 の支持アーム(直径 15mm)を使用して、MR-60 本体を固定してください。水準器のついている方が上側(Upper)です。(図 5-2-1)



図 5-2-1. 水準器と上下設置向き

北半球に設置する場合には、MR-60 の先端(日射計のついている方)が南側(支持アームの先端が北側)となるように設置してください。南半球に設置する場合はその逆になります。(図 5-2-2)

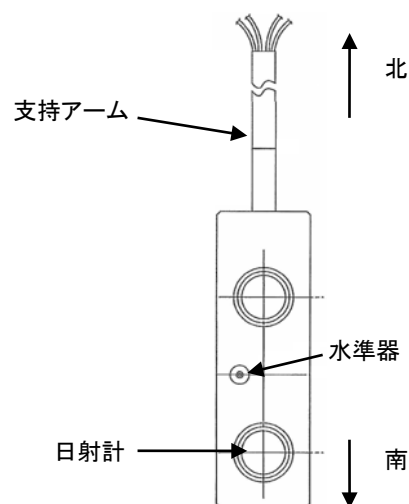


図 5-2-2. 設置向き(北半球での設置)
(上側 Upper から見た図)

2) 水準調整

水準器の気泡が水準器の赤い円内の中心にくるよう、MR-60 を水平に調整して、しっかりと固定してください。



水平な場合



傾いている場合

図 5-2-3. 水準器の調整例

5-3. 結線方法

1. ブロック図

MR-60 のブロック図は下図の通りです。

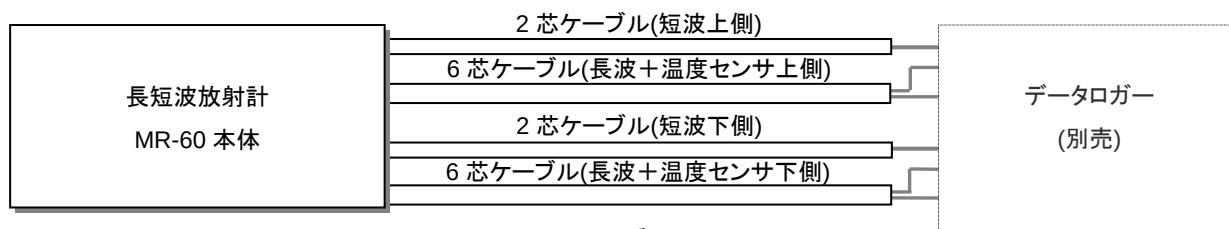


図 5-3-1. ブロック図

2. ケーブルの結線

ケーブルの色とはたらきは表 5-2 の通りです。MR-60 からの信号ケーブルをデータロガーに接続してください。

表 5-2. ケーブルの色とはたらき

ケーブルタグ	芯	ケーブル色	圧着端子色	はたらき		接続先
SW. UPP	2 芯	白	赤	上側日射計の信号電圧＋	A	データロガーへ
		橙	青	上側日射計の信号電圧－	B	データロガーへ
LW. UPP	6 芯	桃＋赤	赤	上側赤外放射計の信号電圧＋	C	データロガーへ
		桃＋黒	青	上側赤外放射計の信号電圧－	D	データロガーへ
		白＋赤	赤	上側 Pt 温度計用の信号電流＋	E	データロガーへ
		白＋黒	赤	上側 Pt 温度計用の信号電圧＋	F	データロガーへ
		黄＋赤	青	上側 Pt 温度計用の信号電圧－	G	データロガーへ
		黄＋黒	青	上側 Pt 温度計用の信号電流－	H	データロガーへ
SW. LOW	2 芯	白	赤	下側日射計の信号電圧＋	I	データロガーへ
		橙	青	下側日射計の信号電圧－	J	データロガーへ
LW. LOW	6 芯	桃＋赤	赤	下側赤外放射計の信号電圧＋	K	データロガーへ
		桃＋黒	青	下側赤外放射計の信号電圧－	L	データロガーへ
		白＋赤	赤	下側 Pt 温度計用の信号電流＋	M	データロガーへ
		白＋黒	赤	下側 Pt 温度計用の信号電圧＋	N	データロガーへ
		黄＋赤	青	下側 Pt 温度計用の信号電圧－	O	データロガーへ
		黄＋黒	青	下側 Pt 温度計用の信号電流－	P	データロガーへ

上側下側及び長波短波の放射計信号線を区別するために、あります(図 5-3-2)。

それぞれのタグの意味は、下記の通りです。

- SW. UPP: 上側日射計
- LW. UPP: 上側赤外放射計
- SW. LOW: 下側日射計
- LW. LOW: 下側赤外放射計

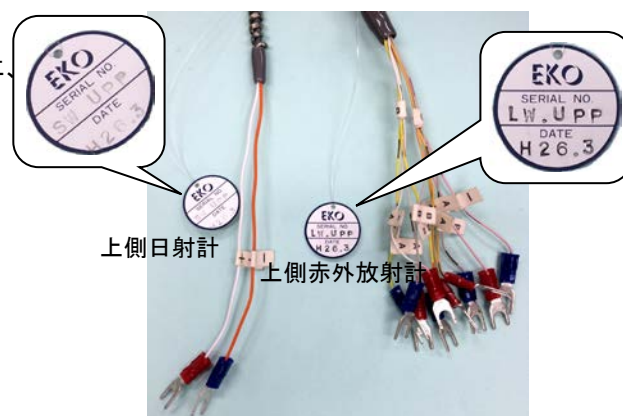


図 5-3-2. ケーブルタグ表示

MR-60 の結線図は図 5-3-3 の通りです。

5-4. 放射量の計算

二つの短波放射用の日射計、二つの長波放射用の赤外放射計および赤外放射を計算するための温度センサをそれぞれ独立して測定することにより、各々の放射量、放射収支量およびアルベドなどを求めることができます

1. 日射量

短波放射用の日射計による電圧出力(μV)から短波放射による放射量(W/m^2)を計算する場合には、次式を用います。

$$R_{\text{sw}} = V_{\text{sw}} / C$$

但し、 R_{sw} : 短波放射(W/m^2)

V_{sw} : 日射計の出力電圧(μV)

C : 日射計の感度定数($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)

感度定数 C は、MR-60 の本体横の銘板に記述されています。

2. 赤外放射量

長波放射用の赤外放射計による電圧出力(μV)と温度センサ(Pt-100)から長波放射による放射量(W/m^2)を計算する場合には、次式を用います。

$$R_{\text{lw}} = V_{\text{lw}} / C + \sigma T^4$$

但し、 R_{lw} : 長波放射(W/m^2)

V_{lw} : 赤外放射計の出力電圧(μV)

C : 赤外放射計の感度定数($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)

σ : Stefan Boltzman 定数($=5.67 \times 10^{-8} \text{W}/\text{m}^2 \text{K}^{-4}$)、

T : 温度センサ(Pt-100)による絶対温度(K; セ氏温度+273.15)

感度定数 C は、MR-60 の本体横の銘板に記述されています。

3. 各種放射量

前記の日射量と赤外放射量の計算値から、表 5-3 の放射量などを求めることができます。

表 5-3. 各種放射量の計算

計算項目	単位	計算式	備考
アルベド A	-	$A = R_{sw.lower} / R_{sw.upper}$	短波放射における地表面の反射率
短波放射収支量 NR_{sw}	Wm^{-2}	$NR_{sw} = R_{sw.upper} - R_{sw.lower}$	短波放射の放射収支量
長波放射収支量 NR_{lw}	Wm^{-2}	$NR_{lw} = R_{lw.upper} - R_{lw.lower}$	長波放射の放射収支量
放射収支量 NR	Wm^{-2}	$NR = (R_{sw.upper} + R_{lw.upper}) - (R_{sw.lower} + R_{lw.lower})$	短波放射および長波放射の放射収支量
推定天空温度 ST	K	$ST = \{R_{lw.upper} / (5.67 \times 10^{-8})\}^{1/4}$	推定される天空の温度
推定地表温度 GT	K	$GT = \{R_{lw.lower} / (5.67 \times 10^{-8})\}^{1/4}$	推定される地表面の温度

但し、 $R_{sw.upper}$: MR-60 の上側日射計による放射量
 $R_{sw.lower}$: MR-60 の下側日射計による放射量
 $R_{lw.upper}$: MR-60 の上側赤外放射計による放射量
 $R_{lw.lower}$: MR-60 の下側赤外放射計による放射量

推定天空温度(ST)と推定地表温度(GT)は、天空や地表面が放射率=1 の完全黒体と見なした場合の推定温度をさします。

6. メンテナンス&トラブルシューティング

6-1. メンテナンス

正確な測定を維持するために、下記の点検とメンテナンスを定期的に行うことをお勧めします。

表 6-1. メンテナンス

点検事項	頻度	メンテナンス内容	怠った場合の問題点
ドームの清掃	1 週間に数回 (最低 1 回以上)	ガラスドームの汚れを柔らかい布及びアルコールで拭き取ってください。	汚れなどで放射が受感部に十分に伝わらなくなり、出力が低く測定されてしまいます。
ドームの確認	毎週	ガラスドームおよびその周辺部に、割れや傷が生じていないか確認してください。	内部への雨滴や露などによる水分の浸入によって、MR-60 の受感部や内部の損傷につながってしまいます。
水準器の確認	毎週	MR-60 が水平状態であるか、MR-60 の水準器を確認してください。	傾きに応じた入射角誤差や方位角誤差等の測定誤差が生じてしまいます。
ケーブルの確認	毎週	ケーブルの断線が生じていないか、ケーブルが風でばたついていないかを確認してください。	ケーブル切断は、放射が計測されない又は散発的な計測不良の原因となります。 風でのばたつきにより、出力にノイズが生じる可能性があります。
設置台の確認	毎週	MR-60 が正しく設置台に固定されているか、設置台に損傷やがたつきなどの劣化が生じていないか確認してください。	MR-60 の落下や設置台の倒壊などで、受感部が損傷したり、ガラスが割れて怪我をしたりするなどの恐れがあります。
センサの校正	2 年毎	センサの感度定数の再校正を行ってください(当社へお問い合わせください)。	受感部の感度劣化により、感度定数に対する出力誤差が生じる可能性があります。再校正の必要性の判断は、下記の再校正判断基準を参考にしてください。

6-2. 再校正について

2 年毎に一度の再校正をお勧めします。再校正のご依頼は、当社までご連絡ください。

再校正の必要性をお客様自身で判断される場合には、次の手順に沿った実験を行ってください。

1) 日射計について

晴天時の昼間に MR-60 を上下逆向きに設置し、下向きの放射用日射計と上向き放射用日射計の出力電圧値の差を調べてください。両者の差が 5%を超える場合には再校正が必要です。

2) 赤外放射計について

夜間に MR-60 を上下逆向きに設置し、下向き放射用赤外放射計と上向き放射用赤外放射計の出力電圧値の差を調べてください。両者の差が 5%を超える場合には再校正が必要です。

6-3. トラブルシューティング

修理やお問い合わせのご連絡を頂く前に、下記の項目をご確認下さい。下記項目に当てはまらないトラブルや、技術的質問などは、当社までご連絡頂けますようお願い致します。

表 6-2. トラブルシューティング

症状	対処方法
日射計の出力が出ない	出力ケーブルが機器に適切に接続されているか、断線していないかを確認する為、出力ケーブルの+ 線と - 線間の抵抗値(内部抵抗)を測定し、仕様範囲内にある事を測定してください(7. 仕様を参照)。
	出力計測器の測定レンジが適正であるか確認してください。
赤外放射計の出力が出ない	出力ケーブルが機器に適切に接続されているか、断線していないかを確認する為、出力ケーブルの+ 線 と - 線間の抵抗値(内部抵抗)を測定し、仕様範囲内にある事を測定してください(7. 仕様を参照)。
	出力計測器の測定レンジが適正であるか確認してください。
温度センサの出力がおかしい	温度センサの抵抗値を測定してください。25~26℃で約 110Ω を示せば正常です。

7. 仕様

7-1. 仕様

表 7-1. 本体仕様

項目	詳細
チャンネル数	mV レンジ×4ch、4 線式 Pt-100×2ch
ケーブル長	標準:10m 長 オプション:20m、30m、50m(受注生産)
動作温度範囲	-40～+70℃
寸法	60(W)×190(D)×106(H) mm (但し、支持アームは除く)
重量	2.8kg(ケーブル 10m含む)

表 7-2. 日射計部仕様

項目	詳細
規格	Second class (ISO 規格)
応答時間(95%)	約 17 秒
感度定数	4～10 μ V/W・m ²
ゼロオフセット	200W/m ² の熱放射に対して 10W/m ² 以下 周囲温度 5K/h の変化に対して 6W/m ² 以下
安定性	1.7%/年以下
線形性	1000W/m ² に対して 1.5%以下
温度特性	2%以下(-10～+40℃)
傾斜特性	2%
インピーダンス	20～140 Ω
波長範囲	285～3000nm

表 7-3. 赤外射計部仕様

項目	詳細
応答時間(95%)	18 秒
感度定数	2~15 μ V/W $\cdot$ m ⁻²
安定性	1%/年
温度特性	6%(-10~+40°C)
傾斜特性	下向き時に最大 3%
視野角	180°
インピーダンス	20~140 Ω
波長範囲	3~50 μ m
ウィンドウオフセット	太陽放射 1000W/m ² に対して最大 25W/m ²

表 7-4. 温度計部仕様

項目	詳細
温度センサ	4 線式 Pt-100(JIS 規格 C-1604-1989 Class A)

7-2. 寸法図

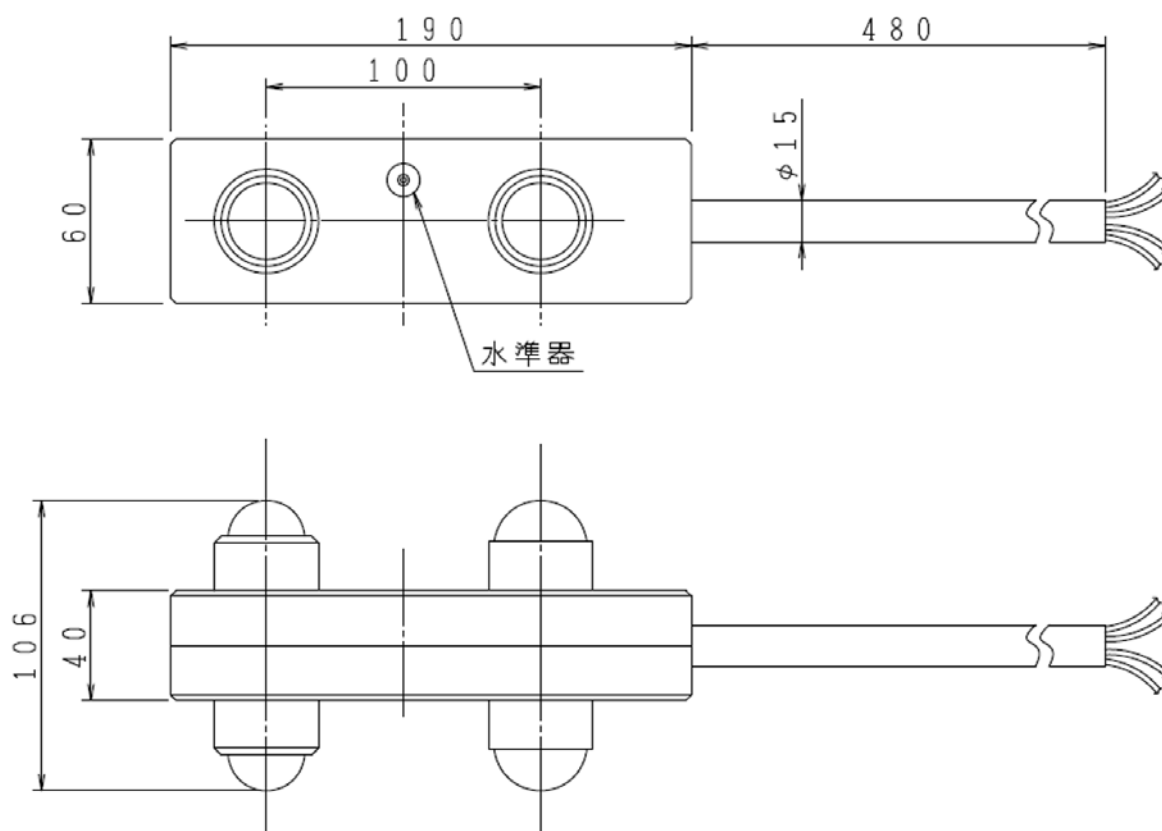


図 7-1. MR-60 寸法図

7-3. オプション品リスト

表 7-5. オプション品一覧

オプション品	詳細
出力ケーブル	延長: 20m、30m、50m (受注生産品)



<http://www.eko.co.jp/>